



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09290260 A**(43) Date of publication of application: **11 . 11 . 97**

(51) Int. Cl. **C02F 1/44**
B01D 61/02
B01D 61/44
C02F 1/469
C02F 1/48
C02F 1/78

(21) Application number: **08102971**(22) Date of filing: **24 . 04 . 96**(71) Applicant: **HAYASHI SACHIKO**

(72) Inventor: **HAYASHI SACHIKO**
FUKUI SHIRO
NAKAMURA YUTAKA

(54) **PRODUCTION OF DRINKING WATER AND SALT, AND DEVICE THEREFOR**

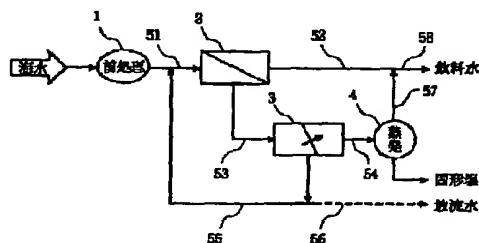
supplied as the drinking water.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the method and device capable of producing a drinking water while producing a salt containing mineral from the salt water, high in utilization of a salt water, low in quantity of a discharged water, low in salt concn. in the discharged water and without the possibility of phototoxicity.

SOLUTION: The raw seawater is supplied to a pretreating vessel 1 and the flocculated substance generated by the action of magnetic power and an injection of ozone is removed by filtration. The seawater pretreated at the pretreating vessel 1 is supplied to a reverse osmotic membrane module 2. The concentrated salt water discharged from the reverse osmotic membrane module 2 is supplied to an electrodialysis vessel 3. The concentrated salt water discharged from the electrodialysis vessel 3 is supplied to an evaporator 4. The concentrated salt water is evaporated at the evaporator 4 and a solid salt is dried up. A part or total of a desalted water discharged from the electrodialysis vessel 3 is returned to the reverse osmotic membrane module 2. The permeated water discharged from the reverse osmotic membrane module 2 and an evaporated water obtained at the evaporator 4 are



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-290260

(43)公開日 平成9年(1997)11月11日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 2 F 1/44			C 0 2 F 1/44	H
B 0 1 D 61/02			B 0 1 D 61/02	
61/44	5 2 0		61/44	5 2 0
C 0 2 F 1/469			C 0 2 F 1/48	A
1/48			1/78	

審査請求 有 請求項の数14 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平8-102971

(22)出願日 平成8年(1996)4月24日

(71)出願人 595121526

林 幸子

大阪府堺市黒土町2339番地の2

(72)発明者 林 幸子

大阪府堺市黒土町2339番地の2

(72)発明者 福井 史郎

千葉県千葉市花見川区横戸町1551-25

(72)発明者 中村 豊

千葉県習志野市秋津3-2-7-1

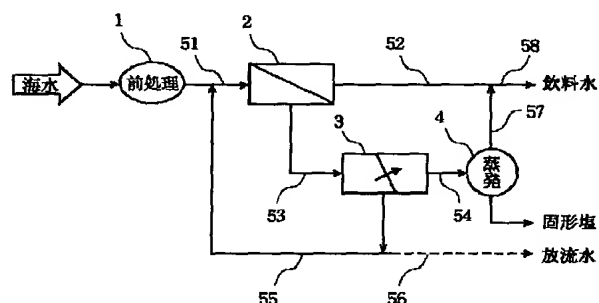
(74)代理人 弁理士 福島 祥人

(54)【発明の名称】 飲料水および塩の製造方法および製造装置

(57)【要約】

【課題】 塩水の利用率が高く、放流水の量が少なく、かつ放流水中の塩濃度が低く、しかも薬害のおそれがなく、塩水からミネラルを含む塩を生産しつつ飲料水を製造することができる方法および装置を提供することである。

【解決手段】 原海水は前処理槽1に供給され、磁気力の作用およびオゾンの注入により発生した凝集物質が濾過により除去される。前処理槽1により前処理された海水は逆浸透膜モジュール2に供給される。逆浸透膜モジュール2から排出される濃縮塩水は電気透析槽3に供給される。電気透析槽3から排出される濃縮塩水は蒸発器4に供給される。蒸発器4では濃縮塩水を蒸発させて固形塩を乾固させる。電気透析槽3から排出される脱塩水の一部または全ては逆浸透膜モジュール2に戻される。逆浸透膜モジュール2から排出される透過水および蒸発器4により得られる蒸発水が飲料水として供給される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 塩水を逆浸透膜および電気透析法を用いて処理することにより飲料水および塩を並産することを特徴とする飲料水および塩の製造方法。

【請求項2】 塩水を逆浸透膜により透過水および濃縮塩水に分離し、前記濃縮塩水を電気透析法により濃縮塩水および脱塩水に分離し、前記濃縮塩水の水分を蒸発させて塩を乾固させ、前記透過水および蒸発水を飲料水として供給することを特徴とする飲料水および塩の製造方法。

【請求項3】 前記電気透析法により得られる脱塩水の一部または全てを前記逆浸透膜に戻すことを特徴とする請求項2記載の飲料水および塩の製造方法。

【請求項4】 塩水をオゾンを用いて前処理した後、前記逆浸透膜に供給することを特徴とする請求項1、2または3記載の飲料水および塩の製造方法。

【請求項5】 前記前処理として塩水に磁気力を作用させるとともにオゾンを注入することを特徴とする請求項4記載の飲料水および塩の製造方法。

【請求項6】 前記磁気力の作用および前記オゾンの注入により得られる凝集物質を濾過により除去することを特徴とする請求項5記載の飲料水および塩の製造方法。

【請求項7】 前記電気透析法において所定の2価アニオンの透過を阻止する選択的透過性を有するイオン交換膜を用いることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の飲料水および塩の製造方法。

【請求項8】 前記塩は塩水中のミネラルを含むことを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の飲料水および塩の製造方法。

【請求項9】 塩水を逆浸透膜モジュールおよび電気透析槽の組み合わせにより処理することにより塩および飲料水を並産することを特徴とする飲料水および塩の製造装置。

【請求項10】 塩水を透過水および濃縮塩水に分離する逆浸透膜モジュールと、前記逆浸透膜モジュールにより得られた前記濃縮塩水を濃縮塩水および脱塩水に分離する電気透析槽と、前記電気透析槽により得られた前記濃縮塩水の水分を蒸発させて塩を乾固させる蒸発器とを備え、前記逆浸透膜モジュールにより得られた前記透過水および前記蒸発器により得られた蒸発水を飲料水として供給することを特徴とする飲料水および塩の製造装置。

【請求項11】 塩水をオゾンを用いて前処理し、前処理された塩水を前記逆浸透膜モジュールに供給する前処理装置をさらに備えたことを特徴とする請求項9または10記載の飲料水および塩の製造装置。

【請求項12】 前記前処理装置は、オゾン発生器と、塩水を導いて所定の磁気力を作用させる磁気処理部およびこの磁気処理部からの塩水に前記オゾン発生器で発生

されたオゾンを注入して混合するオゾン注入混合部からなる磁気処理反応器と、

前記磁気処理反応器により得られた塩水内の凝集物質を除去する濾過器とを含むことを特徴とする請求項11記載の飲料水および塩の製造装置。

【請求項13】 前記電気透析槽は、所定の2価アニオンの透過を阻止する選択透過性を有するイオン交換膜を含むことを特徴とする請求項9～12のいずれかに記載の飲料水および塩の製造装置。

10 【請求項14】 前記塩は塩水中のミネラルを含むことを特徴とする請求項9～13のいずれかに記載の飲料水および塩の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、塩水（海水またはかん水）から飲料水および特殊塩を製造する方法および装置に関する。特殊塩とは、塩水中の塩類（ミネラル）を含む塩をいう。

【0002】

20 【従来の技術】離島等における慢性的水不足を解消するために、近年、逆浸透（RO）膜を用いた海水淡水化方法が具体化されつつある。この海水淡水化方法では、逆浸透膜による透過水を飲料水として利用し、濃縮塩水は海域に放流している。

【0003】一方、食塩を製造するために電気透析（ED）法が用いられている。この電気透析法では、イオン交換膜を用いて海水を濃縮し、その濃縮塩水の水を蒸発させて塩化ナトリウム（NaCl）を析出させる。

【0004】

30 【発明が解決しようとする課題】上記の逆浸透膜を用いた海水淡水化方法によると、海水よりも塩濃度が高い濃縮塩水が海域に放流されるので、藻類、稚魚、稚貝等の魚類に悪影響を及ぼすことが懸念されている。また、逆浸透膜の前処理において塩素を用いて滅菌を行っているので、薬害のおそれもある。さらに、逆浸透膜の回収率は30～40％程度であるので、コストをかけて前処理した海水の60～70％をそのまま海域に捨てることになり、海水の利用率が悪く、設備費および運転コストが高くなるという問題がある。

40 【0005】一方、電気透析法により製造される塩はNaClのみからなるので、味が良いとは言えない。そこで、食塩に苦汁（にがり）等の添加物を混入させた塩が好まれている。

【0006】本発明の目的は、塩水（海水またはかん水）の利用率が高く、放流水の量が少なく、かつ放流水中の塩濃度が低く、しかも薬害のおそれがなく、塩水からミネラルを含む塩を生産しつつ飲料水を製造することができる方法および装置を提供することである。

【0007】

50 【課題を解決するための手段および発明の効果】本発明

に係る飲料水および塩の製造方法は、塩水を逆浸透膜および電気透析法を用いて処理することにより飲料水および塩を並産するものである。

【0008】前段で逆浸透膜による処理を行い、後段で電気透析法による処理を行う場合には、逆浸透膜の透過水を飲料水として用い、逆浸透膜の濃縮塩水を電気透析法により処理し、電気透析法による濃縮塩水から塩を蒸発乾固させる。このとき、濃縮塩水の蒸発水も飲料水として用いることができる。また、電気透析法による脱塩水の一部または全てを逆浸透膜に戻すことにより、放流水の量を少なくすることができ、かつ塩水の利用率を高くすることができる。

【0009】電気透析法による脱塩水の塩濃度は塩水中の塩濃度に比べて低くなっているため、藻類、稚魚、稚貝等の魚類に悪影響を及ぼすおそれがない。前段で電気透析法による処理を行い、後段で逆浸透膜による処理を行う場合には、電気透析法による脱塩水を逆浸透膜により処理し、逆浸透膜の透過水を飲料水として用い、電気透析法による濃縮塩水から塩を蒸発乾固させる。このとき、濃縮塩水の蒸発水も飲料水として用いることができる。また、逆浸透膜の濃縮塩水の一部または全てを電気透析法による処理に戻すことにより、放流水の量を少なくすることができ、かつ塩水の利用率を高くすることができる。

【0010】逆浸透膜には電気透析法による脱塩水が供給されるので、逆浸透膜により得られる濃縮塩水の塩濃度は塩水中の塩濃度に比べてさほど高くない。したがって、藻類、稚魚、稚貝等の魚類に悪影響を及ぼすおそれが少ない。

【0011】特に、塩水を逆浸透膜により透過水および濃縮塩水に分離し、濃縮塩水を電気透析法により濃縮塩水および脱塩水に分離し、電気透析法により得られた濃縮塩水の水分を蒸発させて塩を乾固させ、透過水および蒸発水を飲料水として供給することが好ましい。

【0012】この場合、電気透析法による脱塩水の塩濃度は塩水中の塩濃度に比べて低くなっているため、藻類、稚魚、稚貝等の魚類に悪影響を及ぼすおそれがない。また、濃縮塩水の蒸発水も飲料水として用いられるので、塩水の利用率が高くなり、かつ放流水の量を少なくすることができる。

【0013】電気透析法により得られる脱塩水の一部または全てを逆浸透膜に戻すことが好ましい。これにより、放流水の量がさらに少なくなり、かつ塩水の利用率をさらに高くすることができる。

【0014】特に、塩水をオゾンを用いて前処理した後、逆浸透膜に供給することが好ましい。これにより、塩水中の無機物および有機物を薬品を注入することなく除去することができる。したがって、苦汁をはじめとする塩水中のミネラルを含む塩が得られる。

【0015】前処理としては、塩水に磁気力を作用させ

るとともにオゾンを注入することが好ましい。この場合、オゾンにより無機物および有機物が酸化され、無機物の酸化により発生するコロイド状物質および有機物の酸化により発生する懸濁物質が凝集剤などの薬品を使用することなく凝集される。

【0016】さらに、磁気力の作用およびオゾンの注入により得られる凝集物質を濾過により除去することが好ましい。これにより、凝集物質を容易に除去することができる。

10 【0017】電気透析法において所定の2価アニオンの透過を阻止する選択透過性を有するイオン交換膜を用いることが好ましい。それにより、電気透析法による濃縮塩水側にスケールが発生することが防止される。濃縮塩水の蒸発により得られる塩が塩水中のミネラルを含むことが好ましい。

【0018】本発明に係る飲料水および塩の製造装置は、塩水を逆浸透膜モジュールおよび電気透析槽の組み合わせにより処理することにより飲料水および塩を並産するものである。

20 【0019】この製造装置では、逆浸透膜モジュールの透過水を飲料水として用い、電気透析槽による濃縮塩水から塩を生産する。このとき、濃縮塩水の蒸発水も飲料水として用いることができる。また、電気透析槽による脱塩水の一部または全てを逆浸透膜に供給することにより、放流水の量を少なくすることができ、かつ塩水の利用率を高くすることができる。

【0020】電気透析槽による脱塩水の塩濃度は塩水中の塩濃度に比べて低くなっているため、電気透析槽による脱塩水または逆浸透膜モジュールの濃縮水の一部を海域に放流しても、藻類、稚魚、稚貝等の魚類に悪影響を及ぼすおそれがない。

【0021】特に、飲料水および塩の製造装置が、塩水を透過水および濃縮塩水に分離する逆浸透膜モジュールと、逆浸透膜モジュールにより得られた濃縮塩水を濃縮塩水および脱塩水に分離する電気透析槽と、電気透析槽により得られた濃縮塩水の水分を蒸発させて塩を乾固させる蒸発器とを備え、逆浸透膜モジュールの透過水および蒸発器により得られた蒸発水を飲料水として供給することが好ましい。

40 【0022】この製造装置においては、逆浸透膜モジュールにより塩水が透過水および濃縮塩水に分離され、その濃縮塩水が電気透析槽によりさらに濃縮塩水および脱塩水に分離される。電気透析槽により得られた濃縮塩水は蒸発器により水分が蒸発され、塩が乾固される。逆浸透膜モジュールの透過水および蒸発器により得られた蒸発水が飲料水として供給される。

【0023】この場合、電気透析槽による脱塩水の塩濃度は塩水中の塩濃度に比べて低くなっているため、藻類、稚魚、稚貝等の魚類に悪影響を及ぼすおそれがない。また、濃縮塩水の蒸発水も飲料水として用いられる

ので、塩水の利用率が高くなり、かつ放流水の量を少なくすることができる。

【0024】電気透析槽により得られる脱塩水の一部または全てを逆浸透膜モジュールに戻すことが好ましい。これにより、放流水の量がさらに少なくなり、かつ塩水の利用率がさらに高くなる。

【0025】また、飲料水および塩の製造装置が、塩水をオゾンを用いて前処理し、前処理された塩水を逆浸透膜モジュールに供給する前処理装置をさらに備えることが好ましい。これにより、塩水中の無機物および有機物を薬品を注入することなく除去することができる。したがって、苦汁をはじめとする塩水中のミネラルを含む塩が得られる。

【0026】前処理装置が、オゾン発生器と、塩水を導いて所定の磁気力を作用させる磁気処理部およびこの磁気処理部からの塩水にオゾン発生器で発生されたオゾンを注入して混合するオゾン注入混合部からなる磁気処理反応器と、磁気処理反応器により得られた塩水内の凝集物質を除去する濾過器とを含んでもよい。

【0027】この前処理装置では、オゾンにより無機物および有機物が酸化され、無機物の酸化により発生するコロイド状物質および有機物の酸化により発生する懸濁物質が凝集剤などの薬品を使用することなく凝集され、その凝集物質が濾過により除去される。したがって、苦汁をはじめとする塩水中のミネラルを含む塩が容易に得られる。

【0028】さらに、前処理装置が、第1および第2のオゾン発生器と、塩水を導いて所定の磁気力を作用させる磁気処理部および磁気処理部からの塩水に第1オゾン発生器で発生されたオゾンを注入して攪拌するオゾン注入混合部からなる第1磁気処理反応器と、第1磁気処理反応器により得られた塩水内の凝集物質を除去する第1濾過器と、第1濾過器から排出される塩水を導いて所定の磁気力を作用させる磁気処理部および磁気処理部からの塩水に第2オゾン発生器で発生されたオゾンを注入して混合するオゾン注入混合部からなる第2磁気処理反応器と、第2磁気処理反応器から排出される塩水を導いて活性炭からなる触媒層により酸化および分解を行わせる反応槽と、反応槽により得られた塩水内の凝集物質を除去する第2濾過器とを含んでもよい。

【0029】これにより、凝集剤などの薬品を添加することなく塩水を前処理することができるとともにオゾンの利用率が高くなる。したがって、前処理のコストが低減され、塩水中のミネラルを含んだ塩が安いコストで得られる。

【0030】電気透析槽が、所定の2価アニオンの透過を阻止する選択透過性を有するイオン交換膜を含むことが好ましい。これにより、電気透析槽の濃縮塩水側でスケールの発生が防止され、イオン交換膜の寿命が長くなる。また、蒸発器により得られる塩が塩水中のミネラル

を含むことが好ましい。

【0031】

【発明の実施の形態】図1は本発明に係る飲料水および塩の製造装置の一例を示す図である。図1の製造装置は、前処理槽（前処理装置）1、逆浸透膜モジュール（RO膜モジュール）2、電気透析槽（ED槽）3および蒸発器4を含む。

【0032】前処理槽1には海水（または高い塩濃度のかん水）が供給される。前処理槽1の詳細な構成は後述する。前処理槽1により前処理された海水は供給水配管51を介して逆浸透膜モジュール2の供給水入口に導入される。逆浸透膜モジュール2の透過水出口から排出される透過水は透過水配管52を介して飲料水配管58に供給される。

【0033】また、逆浸透膜モジュール2の濃縮水出口から排出される濃縮塩水は濃縮水配管53を介して電気透析槽3の供給水入口に導入される。電気透析槽3の濃縮塩水出口から排出される濃縮塩水は濃縮水配管54を介して蒸発器4に供給される。電気透析槽3の脱塩水出口から排出される脱塩水は脱塩水配管55を介して逆浸透膜モジュール2の供給水入口に戻される。電気透析槽3の脱塩水出口から排出される脱塩水の一部は放流水配管56を介して海域に放流される。

【0034】蒸発器4では、例えば薄膜蒸発乾燥法またはドラムドライヤーにより濃縮塩水の水分が蒸発され、固形塩が乾固される。蒸発器4により得られた蒸発水は蒸発水配管57を介して飲料水配管58に供給される。逆浸透膜モジュール2の透過水および蒸発器4の蒸発水が飲料水配管58により飲料水として供給される。蒸発器4により得られる固形塩は塩化ナトリウム（NaCl）に加えて苦汁（マグネシウム、カルシウム、カリウム等）をはじめとする海水中の塩類（ミネラル）を含む特殊塩である。

【0035】この特殊塩は、例えば、陸上養殖用の原料塩、水族館の水の原料塩、漬物用の塩、皮膚炎、アトピー等の治療のための医療用塩などに用いられる。電気透析槽3のイオン交換膜としては SO_4^{2-} のみを通過させない特殊膜を用いることが好ましい。これにより、電気透析槽3の濃縮水側に石こうが析出しない。

【0036】図2は本発明に係る飲料水および塩の製造装置の他の例を示す図である。図2の製造装置は、前処理槽1、逆浸透膜モジュール2、電気透析槽3および蒸発器4を含む。

【0037】前処理槽1には海水が供給される。前処理槽1により前処理された海水は供給水配管61を介して電気透析槽3の供給水入口に導入される。電気透析槽3の濃縮水出口から排出される濃縮塩水は濃縮水配管62を介して蒸発器4に供給される。電気透析槽3の脱塩水出口から排出される脱塩水は脱塩水配管63を介して逆浸透膜モジュール2の供給水入口に導入される。

【0038】逆浸透膜モジュール2の濃縮水出口から排出される濃縮塩水は濃縮水配管65を介して電気透析槽3の供給水入口に戻される。逆浸透膜モジュール2の濃縮水出口から排出される濃縮塩水の一部は放流水配管66を介して海域に放流される。

【0039】逆浸透膜モジュール2の透過水出口から排出される透過水は透過水配管64を介して飲料水配管68に供給される。蒸発器4により得られる蒸発水は蒸発水配管67を介して飲料水配管68に供給される。

【0040】逆浸透膜モジュール2の透過水および蒸発器4の蒸発水が飲料水配管68により飲料水として供給される。また、蒸発器4により得られた固形塩が特殊塩として用いられる。

【0041】図3は図1および図2の製造装置に用いられる前処理槽の構成を示す図である。図3の前処理槽1は、貯溜タンク11、ポンプ12、第1オゾン発生器（オゾナイザー）13、第1磁気処理反応器（オゾンミキサー）14、第1濾過器15、第2オゾン発生器（オゾナイザー）16、第2磁気処理反応器17、反応槽18、第2濾過器19および処理水槽20を含む。

【0042】貯溜タンク11には被処理水（海水）が貯溜される。ポンプ12は貯溜タンク11内の被処理水を移送配管を介して第1磁気処理反応器14に供給する。第1オゾン発生器13は、オゾン（オゾンガス）を発生する。第1磁気処理反応器14は、被処理水に所定の磁気力を作用させるとともに、第1オゾン発生器13により発生されたオゾン被処理水に注入（吸引）して混合および凝集する。第1濾過器15は、第1磁気処理反応器14により凝集された反応物質すなわち凝集物質を除去する。

【0043】第2オゾン発生器16は、オゾン（オゾンガス）を発生する。第2磁気処理反応器17は、第1濾過器15により凝集物質が除去された被処理水に所定の磁気力を作用させるとともに、第2オゾン発生器16により発生されたオゾン被処理水に注入（吸引）して混合および凝集する。反応槽18は、第2磁気処理反応器17から供給される被処理水に触媒として粒状活性炭（触媒層）を接触反応させる。第2濾過器19は、反応槽18において酸化および分解した分解物質（反応物）を除去する。処理水槽20は、第2濾過器19により分解物質が除去された被処理水すなわち処理水を貯溜する。

【0044】図4は図3の前処理槽1における第1磁気処理反応器14の構成を示す断面図である。第2磁気処理反応器17の構成も図4に示す構成と同様である。図4に示すように、第1磁気処理反応器14は、磁気処理部21およびオゾン注入混合部22から構成されている。

【0045】磁気処理部21は、所定径でかつ所定長さの筒状体23および棒状磁石体25からなる。筒状体2

3は、例えばPVC管により構成される。棒状磁石体25は、筒状体23の内壁面23aに対して所定の隙間（環状通路、例えば被処理水の流量により決定される）24を有するような外形および筒状体23よりも少し短い長さを有し、筒状体23の内部に挿入されている。棒状磁石体25は、直列に並べられた複数の円柱状の小磁石26からなる。小磁石26は、S極とN極とが互いに対向するように配列されている。この小磁石26としては永久磁石が使用される。

10 【0046】オゾン注入混合部22は、混合用筒状体31、オゾン注入管（オゾン吸引管）32、攪拌混合用の羽根体33および複数個の突起体34からなる。混合用筒状体31は、磁気処理部21の筒状体23のフランジ部23bに接続されている。オゾン注入管32は、混合用筒状体31の上流側からL字形状に挿入されている。攪拌混合用の羽根体33は、混合用筒状体31内のオゾン注入管32の周囲に設けられている。攪拌混合用の突起体34は、羽根体33よりさらに下流側の混合用筒状体31内に配置されている。

20 【0047】図5は図4に示されるオゾン注入混合部22の一部切欠斜視図、図6は図5のオゾン注入混合部22の羽根体33を示す斜視図、図7は図6のA-A矢視図である。図5～図7を参照しながらオゾン注入混合部22の羽根体33および突起体34を詳細に説明する。

30 【0048】羽根体33は、一对の半円状の羽根板41A、41Bにより構成される。これらの羽根板41A、41Bは被処理水の流れ方向に対して所定角度（例えば、好ましくは30度～45度）でもって傾斜するようにかつ互いに逆方向に捻るように配置される。さらに、これらの羽根板41A、41Bの交差部の前方空間部を左右に仕切る仕切板42が設けられている。

【0049】また、各突起体34は、混合用筒状体31の内壁面に固定される円柱部（柱状部）51と、この円柱部51の先端に形成されるきのこ状部52とから構成される。これらの複数個の突起体34は、混合用筒状体31の内壁面に千鳥状に配置され、その配置範囲は、羽根板41A、41Bによって捻られたねじりピッチPの1.5倍以上の範囲とされる。なお、図示した羽根板41A、41Bのねじれ範囲はP/2である。

40 【0050】図8にオゾン注入混合部22の具体的な寸法を示す。図中、80Aは混合用筒状体31の被処理水の導入部の口径を示す呼び寸法、50Aは混合用筒状体31の被処理水の攪拌混合部の口径を示す呼び寸法、25Aはオゾン注入管32の口径を示す呼び寸法である。

【0051】なお、オゾン発生器からのオゾンの注入は、混合用筒状体31内を流れる水のエジェクタ効果により、混合用筒状体31内に吸引されることにより行われる。さらに、磁石の磁気力（磁束密度）は、例えば1000ガウス（使用可能範囲としては、1000～10000ガウス）であり、この磁気力のもとで被処理水の

流速が約 1.5 m/s とされる。これを、例えば被処理水の流量に対する磁気力で表せば、 $1000\text{ Gauss/m}^3 \cdot \text{h}$ となる。

【0052】また、上記の第1濾過器15および第2濾過器19としては、数 μm 程度以上の粒子を捕獲できる体積型濾過器が用いられ、濾材としては、例えば長繊維球形体を充填したものが使用されるが、例えば砂等も使用される。

【0053】次に、図3の前処理槽1の具体的な動作について説明する。ここでは、被処理水は海水であり、微生物、細菌、有機物、または鉄、マンガン等の溶解性無機物が含まれている。また、これらには、色、臭気などもある。

【0054】海水は一旦貯溜タンク11に貯溜され、ポンプ12により移送配管を介して第1磁気処理反応器14に導入される。この第1磁気処理反応器14では、まず磁気処理部21において海水に $1000\sim 10000\text{ Gauss}$ の磁気力が作用させられる。その海水は引続きオゾン注入混合部22の混合用筒状体31内に供給される。ここで、第1オゾン発生器13からオゾン注入管32のエジェクタ効果によりオゾンが注入（吸引）される。

【0055】第1磁気処理反応器14において、磁気作用およびオゾンの酸化作用ならびに羽根体33と突起体34との攪拌混合作用により、海水に含まれる被酸化物、例えば鉄、マンガン等の無機酸化物がコロイド状物質として析出され、また死滅した水棲動植物が懸濁物質となる。これらのコロイド状物質および懸濁物質（以下、単に懸濁物質等と称す）は、磁気作用により凝集して、たとえば数 μm ～数十 μm 程度の大きさになる。

【0056】このように、磁気力を作用させることにより凝集が行われるのは、水に溶けている荷電粒子にローレンツ力が働き、磁気流体力学効果が生じ、この効果により荷電粒子間で結晶化および凝集が促進されるからであると思われる。

【0057】すなわち、一般に、コロイド粒子は、水の中で粒子表面が負に帯電し、相互の反発力によって安定した分散状態を保っているが、磁場の中に水を通すと、イオン分極して電場が生じ、粒子表面電荷の中和作用により粒子間の引力（ファンデル・ワース引力）が働き、粒子同士の接近が容易になり、凝集が生じる。

【0058】そして、第1磁気処理反応器14により酸化および凝集作用が行われた海水は第1濾過器15に導入され、ここで数 μm ～数十 μm に凝集された懸濁物質等が除去される。

【0059】このように、懸濁物質等を除去するのは、次の工程におけるオゾンの使用効率を上げるためである。すなわち、水中に懸濁物質等が存在すると、これがオゾンを消費し、オゾンが水中の有機物質などの酸化に有効に作用しなくなることを防止するためである。

【0060】ここで、第1磁気処理反応器14のオゾン注入混合部22における作用を詳細に説明する。一般に、被処理水にオゾンをいかに有効に接触させるかが、オゾンの有効利用の上で重要となる。特に、反応成分の濃度が希薄な場合には、拡散律束になるため、強力な攪拌混合が必要となるが、この強力な攪拌混合がオゾン注入混合部22により行われる。

【0061】すなわち、磁気処理された被処理水は、混合用筒状体31内に設けられた仕切板42により左右に分割整流され、仕切板42の後方部の羽根板41A、Bにより強い捻りと、大きい加速力が与えられて螺旋流となる。

【0062】この螺旋流により、混合用筒状体31内には、同心円構造の多層状旋回流が形成され、また流路の横断面積と変流部の最小開口断面積との面積比により、流れの軸心部に円筒状の低圧部aが生じ、したがって先端部が軸心bに挿入配置されたオゾン注入管32よりオゾンが自然に吸引される。

【0063】この吸引されたオゾンは、負圧部分から離脱して多層状旋回流に合流する。この多層状旋回流においては、流れの構成物質の密度、粘性などの違いにより相対速度を生じて乱流渦が発生し、この作用により被処理水の一次混合が強力に行われる。

【0064】その後、この多層状旋回流は突起体34が設けられた攪拌混合部に流入して、円柱部51では流れが切断された状態となり、またきのこ状部52では流れが混合用筒状体31の半径方向で分断される。

【0065】また、この突起体34は、羽根体41A、41Bによる流れの捻りピッチPの1ピッチ以上（たとえば、 1.5 P ）の範囲に亘って千鳥状に配置されており、上記の分断による攪拌混合がより効果的に行われる。

【0066】具体的に説明すると、被処理水がきのこ状部52に衝突すると、その衝突した前面にキャビテーションが発生し、その後面側においては、負圧の後流が形成され、さらにきのこ状部52の半球状の頭部においては境界層の剥離が発生する。

【0067】このため、大量の乱流渦が充満した状態となり、流れの構成物が互いに相手のうちに微粒子として混入し、重質量体は外側へ、軽質量体は内側へと激しく衝突し、各流層を突き抜けることになる。

【0068】なお、突起体34の円柱部51に衝突した流れには、約 $0.5\sim 3\mu\text{m}$ の超微細な気泡が流れの中に発生し、この超微細気泡を含んだ旋回流は、さらに次の突起体34に衝突して流れの中の気泡密度が高まる。また、この旋回流は超音波（たとえば 40 kHz 以上）も発生する。

【0069】このような激しい分断衝突作用により、羽根体33による一次高速反応に続いて突起体34による二次高速反応が行われる。第1濾過器15から排出され

た被処理水は、さらに第2磁気処理反応器17に導入され、ここで再度第2オゾン発生器16から注入されるオゾンにより混合および酸化が行われる。もちろん、このときに被処理水は磁気作用も受けている。そして、第2磁気処理反応器17においても、第1磁気処理反応器14と同様の攪拌混合作用が行われる。

【0070】第2磁気処理反応器17では、第1磁気処理反応器14で反応しきれなかった主として有機物質、特に難分解有機物質（COD物質）がオゾンにより酸化される。ここでは、大部分の有機物質が酸化作用を受けるが、難分解有機物質（高分子物質）については、化合物における鎖が切れるなどの変化（低分子化）を受けるだけで、有機物質（COD物質）として水中に存在する場合もある。

【0071】次に、第2磁気処理反応器17から排出された被処理水は、触媒として粒状活性炭が充填された反応槽18に導かれ、水中の余剰オゾンの分解が行われるとともに、難分解有機物質がオゾンにより酸化されて低分子化した有機物質が、活性炭と高濃度溶存酸素（DO）により酸化されて分解される。

【0072】なお、第1磁気処理反応器14および第2磁気処理反応器17におけるオゾンの注入により水中の酸素濃度は飽和に達しており、PSA法（プレッシャー・スイング・アブソーバ法）によるオゾン発生器では、溶存酸素がたとえば50～60PPM程度にも達する。

【0073】このように、微生物、細菌、有機物質、溶解性無機物質などが除去されて浄化された処理水は、処理水槽20に貯溜され、その後、図1に示される逆浸透膜モジュール2または図2に示される電気透析槽3に供給される。

【0074】

【実施例】以下、本発明に係る飲料水および塩の製造方法の実施例を説明する。図9、図10、図11および図12はそれぞれ比較例1、比較例2、比較例3および比較例4の製造方法を示し、図13および図14はそれぞれ実施例1および実施例2の製造方法を示す。

【0075】以下、これらの比較例および実施例における物質収支の計算例を説明する。比較例1、比較例2、比較例3、実施例1および実施例2では、100t（トン）／日の飲料水を製造するものとする。まず、以下の物質収支計算の前提条件を説明する。

【0076】原海水のTDS（トータル塩濃度）は35000mg/L（リットル）で一定とし、比重は1.03とする。したがって、原海水の塩濃度は、 $3.5 / 1.03 \approx 3.4$ [wt%（重量%）]となる。また、原海水の温度は25℃（一定）とする。飲料水のTDSは500mg/L以下とし、計算の便宜上0とする。

【0077】逆浸透膜モジュール2の回収率は35%（一定）とする。逆浸透膜モジュール2の運転圧力は、次のようになる。

運転圧力＝浸透圧＋機械的出力（透過圧）

原海水の浸透圧は、 $TDS = 1000 \text{ mg/L}$ のとき 0.7 kg/cm^2 とし、海水温度25℃、回収率35%のときの逆浸透膜モジュール2の運転圧力を 56 kg/cm^2 とする。また、逆浸透膜モジュール2の透過圧を 20 kg/cm^2 （一定）とする。

【0078】電気透析槽3の濃縮水のTDSは17.7wt%（一定）とし、脱塩水のTDSは2.74wt%（一定）とする。また、実施例1および実施例2での放流量は、石こうの析出の防止のために、原海水量の1/3とする。さらに、蒸発器4において蒸発水を1t（トン）を得るために必要な蒸気量は1.25tとする。

【0079】図9の比較例1は逆浸透膜を用いた一般的な海水淡水化方法であり、飲料水の基本的な製造プロセスである。図9に示すように、海水が前処理槽1に供給され、前処理槽1により前処理された海水が逆浸透膜モジュール2の供給水入口に導入される。逆浸透膜モジュール2の透過水出口から飲料水が得られ、濃縮水出口から濃縮水が得られる。

【0080】上記のように、逆浸透膜モジュール2の回収率は35%であり、飲料水量は100t／日であり、海水中の塩濃度は3.4wt%であるので、海水取水量、濃塩水量および濃縮水濃度は次のようになる。

【0081】海水取水量＝ $100 / 0.35 = 285.7 \approx 286$ [t／日]

濃塩水量＝ $285.7 - 100 = 185.7 \approx 186$ [t／日]

濃塩水濃度＝ $(285.7 \times 0.034 / 185.7) \times 100 = 5.23 \approx 5.2$ [wt%]

したがって、放流量は約186t／日となり、放流水塩濃度は約5.2wt%となる。

【0082】図10の比較例2は逆浸透膜を用いて飲料水を製造するとともに濃塩水を加熱蒸発して固形塩を製造するものである。この場合、放流量は0となる。図10に示すように、海水が前処理槽1に供給され、前処理槽1により前処理された海水が逆浸透膜モジュール2の供給水入口に導入される。逆浸透膜モジュール2の濃縮水出口から排出される濃縮塩水が蒸発器4に供給され、逆浸透膜モジュール2の透過水出口から排出される透過水および蒸発器4により得られる蒸発水が飲料水として供給される。

【0083】飲料水量が100t／日であり、海水中の塩濃度が3.4wt%であるので、固形塩量をxとすれば次式が成立する。

$x / (100 + x) = 0.034$

上式より $x = 3.51 \approx 3.5$ [t／日]となる。したがって、海水取水量は次のようになる。

【0084】海水取水量＝ $100 + 3.51 = 103.51 \approx 104$ [t／日]

また、逆浸透膜モジュール2の回収率が35%であるので、逆浸透膜モジュール2の透過水量および濃縮水量は次のようになる。

【0085】

透過水量 $=103.5 \times 0.35 = 36.2$ [t/日]

濃縮水量 $=103.5 - 36.2 = 67.3$ [t/日]

さらに、1tの蒸発水を得るために必要な蒸気量は1.25tであるので、蒸発用蒸気量は、 $63.8 \times 1.25 = 79.75 \approx 80$ [t/日]となる。

【0086】図11の比較例3は電気透析(ED)法を用いた飲料水の製造方法であり、図12の比較例4は電気透析(ED)法を用いた固形塩の製造方法である。図11および図12に示すように、海水が前処理槽1に供給され、前処理槽1により前処理された海水が電気透析槽3の供給水入口に導入される。電気透析槽3の濃縮水出口から排出される濃縮塩水は蒸発器4に供給され、蒸発器4により蒸発水および固形塩が得られる。蒸発器4により得られる蒸発水が飲料水となる。電気透析槽3の脱塩水出口からは脱塩海水が排出される。

【0087】図11の比較例3では、100t/日の飲料水を製造するものとする。電気透析槽3の濃縮水のTDSが17.7wt%であるので、固形塩量を x とすると次式が成立する。

【0088】 $x / (100 + x) = 0.177$

したがって、 $x = 21.5$ [t/日]となる。電気透析槽3の濃縮水出口から排出される濃縮塩水量は、 $100 + 21.5 = 121.5$ [t/日]となる。また、海水中の塩濃度が3.4wt%であり、電気透析槽3の脱塩水のTDSが2.74wt%であるので、海水取水量を y とすると塩バランスより次式が成立する。

【0089】 $0.034y = 21.5 + (y - 121.5) \times 0.0274$

したがって、海水取水量 y は、 $y = 18.17 / 0.0066 = 2753$ [t/日]となる。また、放流量

(脱塩海水量)は、 $y - 121.5 = 2613.5 \approx 2614$

$$(x + y) \times 0.35 + 0.823z = 100 \quad \dots (1)$$

また、放流量が海水取水量の1/3であるので、総物

質収支より次式が成立する。

$$x = 100 + (1/3)x + 0.177z \quad \dots (2)$$

さらに、海水の塩濃度が3.4wt%であり、電気透析槽3の脱塩水のTDSが2.74wt%であるので、塩★

$$0.034x = 0.177z + (1/3)x \times 0.0274 \quad \dots (3)$$

上式(1)、(2)、(3)の連立方程式を解くと、次のようになる。

$x = 154$ [t/日]

$y = 99.1$ [t/日]

$z = 13.9$ [t/日]

したがって、放流量は、 $(1/3)x \approx 51$ [t/日]となり、電気透析槽3の脱塩水のTDSが2.74wt%であるので、放流水塩濃度は約2.7wt%とな

*614 [t/日]となる。さらに、蒸発用蒸気量は、 $100 \times 1.25 = 125$ [t/日]となる。

【0090】図12の比較例4では、固形塩を比較例2と同量(3.51t/日)製造するものとする。電気透析槽3の濃縮水のTDSが17.7wt%であるので、飲料水量を x とすれば次式が成立する。

【0091】 $3.51 / (x + 3.51) = 0.177$ したがって、 $x = 2.889 / 0.177 = 16.3 \approx 16$ [t/日]となる。

【0092】電気透析槽3の濃縮水出口から排出される濃縮塩水量は、 $16.3 + 3.51 = 19.81$ [t/日]となる。また、海水中の塩濃度が3.4wt%であり、電気透析槽3の脱塩水のTDSが2.74wt%であるので、海水取水量を y とすると塩バランスより次式が成立する。

【0093】 $0.034y = 3.51 + (y - 19.81) \times 0.0274$

したがって、 $y = 449.5 \approx 450$ [t/日]となる。また、放流量(脱塩海水量)は、 $449.5 - 19.81 = 429.7 \approx 430$ [t/日]となる。さらに、蒸発用蒸気量は、 $16.3 \times 1.25 = 20.4 \approx 20$ [t/日]となる。

【0094】図13の実施例1は図1の製造装置を用いた飲料水および塩の製造方法であり、逆浸透膜モジュール2を前段に設け、電気透析槽3を後段に設けたものである。

【0095】飲料水量が100t/日であり、逆浸透膜モジュール2の回収率が35%であり、電気透析槽3の濃縮水のTDSが17.7wt%であるので、海水取水量を x とし、電気透析槽3の脱塩水出口から逆浸透膜モジュール2の供給水入口に戻される脱塩水量を y とし、電気透析槽3の濃縮水出口から排出される濃縮塩水量を z とすると、飲料水バランスより次式が成立する。

【0096】

※【0097】

★バランスより次式が成立する。

【0098】

る。また、固形塩量は、 $0.177z \approx 2.4$ [t/日]となる。さらに、蒸発水量は、 $0.823z \approx 11.4$ [t/日]となり、蒸発用蒸気量は、 $11.4 \times 1.25 \approx 14$ [t/日]となる。

【0099】図14の実施例2は図2の製造装置を用いた飲料水および塩の製造方法であり、電気透析槽3を前段に設け、逆浸透膜モジュール2を後段に設けたものである。

15

【0100】飲料水量が100 t/日であり、放流量が海水取水量の1/3であり、電気透析槽3の濃縮水のTDSが17.7 wt%であるので、海水取水量をxとし、電気透析槽3の脱塩水出口から逆浸透膜モジュール*

$$x = 0.177z + 100 + (1/3)x \quad \dots (4)$$

また、逆浸透膜モジュール2の回収率が35%であるので、飲料水バランスより次式が成立する。 ※

$$0.35y + 0.823z = 100 \quad \dots (5)$$

さらに、海水中の塩濃度が3.4 wt%であるので、塩バランスより次式が成立する。

10

$$0.034x = 0.177z + (2/3)x \times (1/0.65) \quad \dots (6)$$

上式(4)、(5)、(6)の連立方程式を解くと、次のようになる。

$$x = 305.6 \div 306 \text{ [t/日]}$$

$$y = 261.3 \div 261 \text{ [t/日]}$$

$$z = 10.36 \div 10.4 \text{ [t/日]}$$

したがって、放流量は、 $(1/3)x = 101.9 \div 102 \text{ [t/日]}$ となる。逆浸透膜モジュール2の濃縮水出口から排出される濃縮塩水量は、 $0.65y = 169.8 \text{ [t/日]}$ となり、電気透析槽3に戻される濃縮塩水量は、 $169.8 - 101.9 = 67.9 \text{ [t/日]}$ となる。

* 2の供給水入口に供給される脱塩水量をyとし、電気透析槽3の濃縮水出口から排出される濃縮塩水量をzとすると、総物質バランスより次式が成立する。

【0101】

※【0102】

【0103】

★日]となる。また、電気透析槽3の脱塩水のTDSが2.74 wt%であるので、放流水塩濃は、 $0.027y / 169.8 \times 100 \div 4.2 \text{ [wt\%]}$ となる。

【0104】固形塩量は、 $0.0177z \div 1.8 \text{ [t/日]}$ となる。さらに、蒸発水量は、 $0.823z = 8.53 \text{ [t/日]}$ となり、蒸発用蒸気量は、 $8.53 \times 1.25 \div 11 \text{ [t/日]}$ となる。

【0105】上記の計算結果を表1に示す。

【0106】

★【表1】

		比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	実施例1	実施例2
プロセス		ROのみ	RO+蒸発	ED+蒸発	ED+蒸発	RO+ED+蒸発	ED+RO+蒸発
飲料水量 (t/日)		100	100	100	16	100	100
固形塩量 (t/日)		0	3.5	21.5	3.5	2.4	1.8
海水取水量 (t/日)		286	104	2735	450	154	306
放流量 (t/日)		186	0	2614	430	51	102
放流水塩濃度 (t/日)		5.2	—	2.7	2.7	2.7	4.2
蒸発用蒸気量 (t/日)		0	80	125	20	14	11
RO	供給水量 (t/日)	286	104	—	—	253	261
	供給塩濃度 (t/日)	3.4	3.4	—	—	3.1	2.7
ED	供給水量 (t/日)	—	—	2753	450	165	374
	供給塩濃度 (t/日)	—	—	3.4	3.4	4.8	3.5

【0107】比較例1では、放流量が186 t/日と多く、放流水塩濃度が5.2 wt%と最も高くなっている。比較例2では、放流量が0であり、固形塩量が3.5 t/日と多いが、蒸発用蒸気量が80 t/日と多くなる。したがって、固形塩のコストが高くなり、大規模なボイラ設備が必要となる。

【0108】比較例3では、固形塩量が21.5 t/日と最も多くなっているが、海水取水量が2735 t/日

と非常に多く、かつ放流量も2614 t/日と非常に多く、しかも蒸発用蒸気量が125 t/日と最も多くなっている。比較例4では、固形塩量が3.5 t/日と多く、蒸発用蒸気量が20 t/日と少なくなっているが、飲料水量が16 t/日と少なく、海水取水量が450 t/日と多く、放流量も430 t/日と多くなっている。そのため、固形塩のコストは低くなっているが、飲料水のコストが高くなる。

50

【0109】実施例1では、100 t/日の飲料水および2.4 t/日の固形塩が得られ、海水取水量が154 t/日と少なくなっている。また、放流量が51 t/日と最も少なく、放流水塩濃度が2.7 wt%と低く、蒸発用蒸気量が14 t/日と非常に少なくなっている。したがって、低いコストで固形塩および飲料水を得ることができる。

【0110】実施例2では、100 t/日の飲料水および1.8 t/日の固形塩が得られるが、海水取水量が306 t/日とやや多くなっている。放流量は102 t/日と少なく、放流水塩濃度は4.2 t/日とやや高くなっているが、蒸発用蒸気量は11 t/日と最も少なくなっている。

【0111】次に、比較例2、実施例1および実施例2における固形塩の製造エネルギーコストを試算する。用役単価は、電力が15円/kWhであり、蒸気が400円/kWhである。

【0112】比較例2の場合には、濃縮塩水（塩濃度5.2 wt%）を蒸発固形化して3.5 t/日の固形塩を得ている。このとき、必要な蒸発用蒸気量は80 t/日であるので、蒸気原単位（固形塩1 t当たりの蒸気量）は、 $(80/3.5) = 22.8$ となる。よって、固形塩の製造エネルギーコストは、 $22.8 \times 4000 = 91200$ [円/t]となる。

【0113】一方、実施例1および実施例2の場合、電気透析槽3により塩濃度17.7 wt%まで濃縮された濃縮塩水を蒸発固形化している。電気透析に必要な電力は、固形塩1 t当たり194 kWhであり、固形塩1 t当たりの蒸気原単価は5.8となる。よって、固形塩の製造エネルギーコストは、 $194 \times 15 + 5.8 \times 4000 = 26110$ [円/t]となる。

【0114】上記の結果から、実施例1および実施例2では、固形塩の製造エネルギーコストが比較例2に比べて3分の1以下になることがわかる。次に、実施例1および実施例2における逆浸透膜の高圧ポンプの動力を比較する。高圧ポンプの運転に必要な軸動力 P_s [kW]は次式で表される。

【0115】

$$P_s = 0.27 \times 10^{-2} \times \gamma QH / \eta \cdots (7)$$

ここで、 γ は流体密度[t/m³]、Qは流量[m³/日]、Hは圧力[kg/cm²]を表す。

【0116】実施例1では、 $Q = 253$ [m³/日]、塩濃度=3.14 [wt%]、 $H = 32300 \times (1/0.65) \times 0.7 + 20 = 54.8$ [kg/cm²]となり、実施例2では、 $Q = 261$ [m³/日]、塩濃度=2.74 [wt%]、 $H = 28000 \times (1/0.65) \times 0.7 + 20 = 51.2$ [kg/cm²]となる。

【0117】したがって、上式(7)より実施例1におけるポンプ軸動力 P_{s1} と実施例2におけるポンプ軸動

力 P_{s2} との比は次式のようにになる。

$$P_{s1} / P_{s2} = (253 \times 54.8) / (261 \times 51.2) \approx 1.05$$

このように、逆浸透膜の高圧ポンプの軸動力は実施例1および実施例2においてほぼ等しくなる。

【0118】以上の結果から、実施例1および実施例2では、逆浸透膜モジュール2および電気透析槽3を組み合わせることにより、海水の利用率高く、放流水の量が少なく、かつ放流水中の塩濃度が低くなる。特に、実施例1では、海水取水量および放流量が非常に少なく、海水の利用率が最も高い。例えば、逆浸透膜モジュール2のみを用いた比較例1での海水取水量を100とした場合、実施例1では海水取水量が50~60となる。したがって、前処理設備の建設費が安価になり、運転コストも約40%低減される。また、実施例1では、放流水塩濃度も最も低いので、藻類、稚魚、稚貝等の魚類に悪影響を及ぼすおそれがない。

【0119】さらに、前処理槽1において磁気力の作用およびオゾンの注入による凝集濾過を用いた無薬注前処理を行っているので、薬害のおそれがなく、海水中のミネラルを含む特殊塩を生産しつつ飲料水を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る飲料水および塩の製造装置の一例を示す図である。

【図2】本発明に係る飲料水および塩の製造装置の他の例を示す図である。

【図3】図1および図2における前処理槽の全体の構成を示す図である。

【図4】図3の前処理槽における第1磁気処理反応器の断面図である。

【図5】図4の第1磁気処理反応器におけるオゾン注入混合部の一部切欠斜視図である。

【図6】図5のオゾン注入混合部の羽根体を示す斜視図である。

【図7】図6のA-A矢視図である。

【図8】オゾン注入混合部の具体例を示す断面図である。

【図9】比較例1の製造方法および計算例を示す図である。

【図10】比較例2の製造方法および計算例を示す図である。

【図11】比較例3の製造方法および計算例を示す図である。

【図12】比較例4の製造方法および計算例を示す図である。

【図13】実施例1の製造方法および計算例を示す図である。

【図14】実施例2の製造方法および計算例を示す図である。

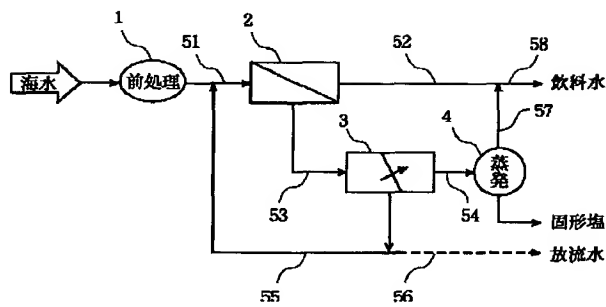
【符号の説明】

- 1 前処理槽
2 逆浸透膜モジュール
3 電気透析槽
4 蒸発器
11 貯溜タンク
13 第1オゾン発生器
14 第1磁気処理反応器
15 第1濾過器
16 第2オゾン発生器
17 第2磁気処理反応器
18 反応槽
19 第2濾過器

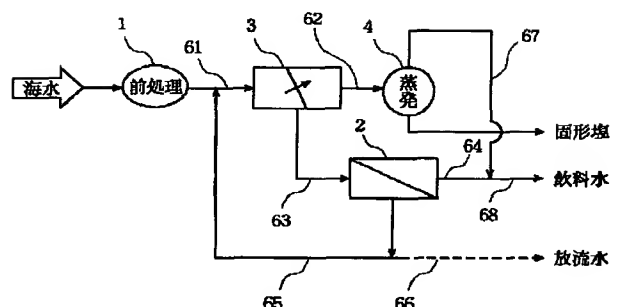
- * 21 磁気処理部
22 オゾン注入混合部
23 筒状体
25 棒状磁石体
31 筒状体
32 オゾン注入管
33 羽根体
34 突起体
41A, 41B 羽根体
42 仕切板
51 円柱部
52 きのか状部

*

【図1】

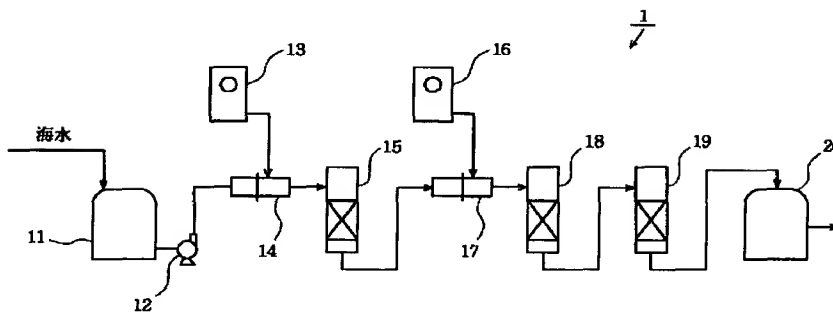


【図2】

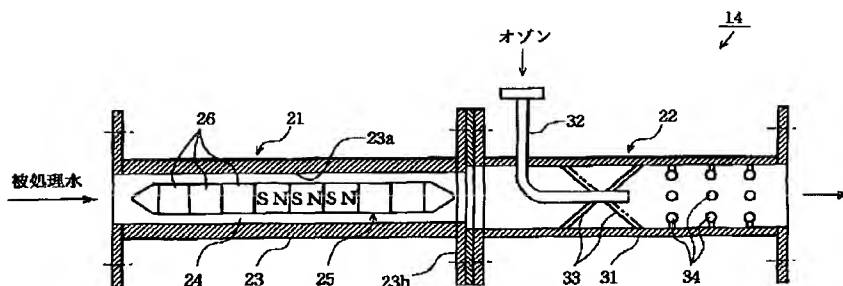


【図3】

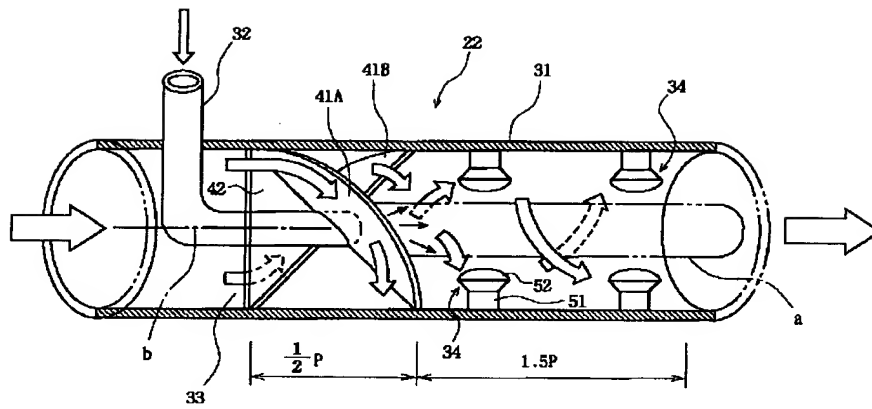
【図7】



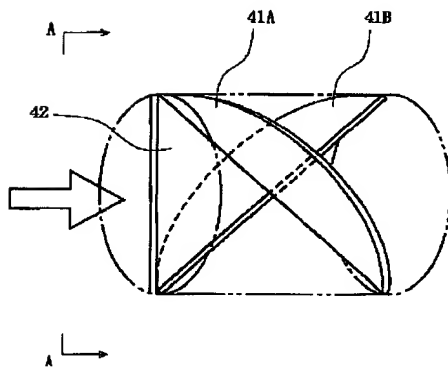
【図4】



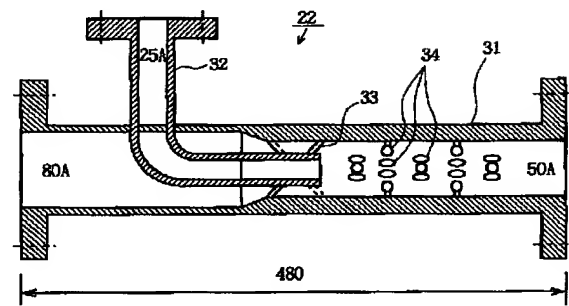
【図 5】



【図 6】

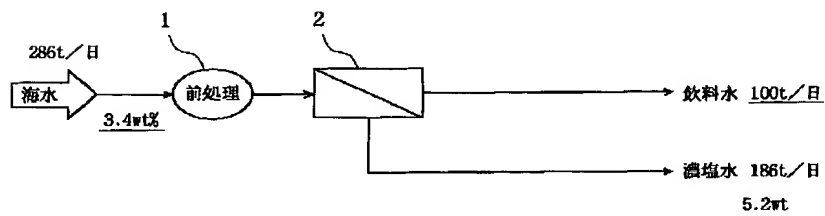


【図 8】



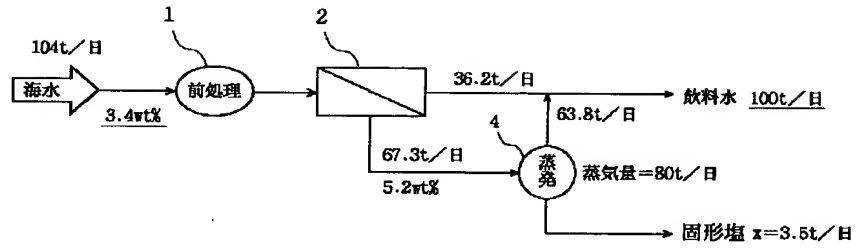
【図 9】

(比較例 1)



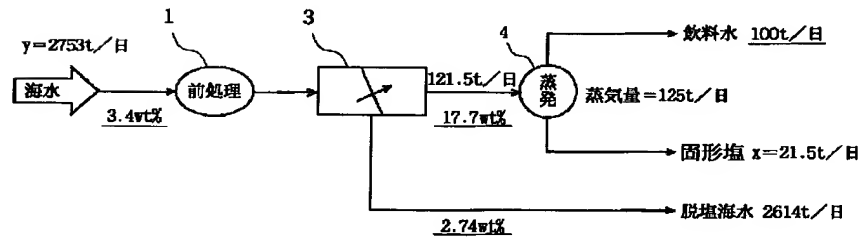
【図 1 0】

(比較例 2)



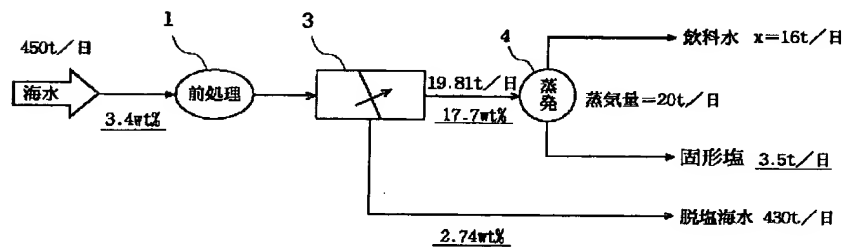
【図 1 1】

(比較例 3)



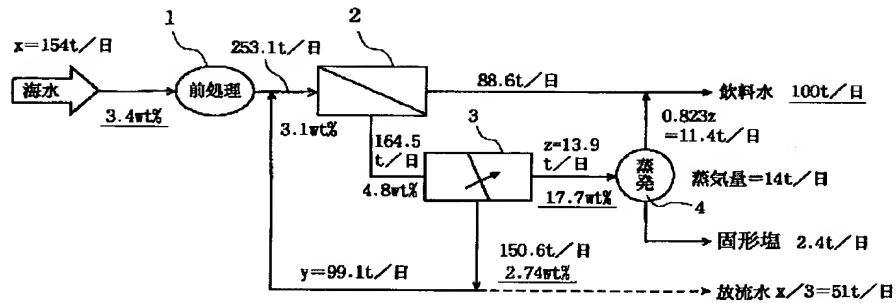
【図 1 2】

(比較例 4)



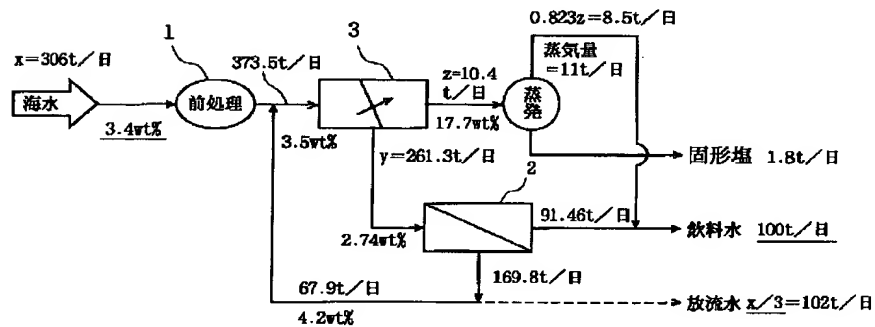
【図13】

(実施例1)



【図14】

(実施例2)



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

C 0 2 F 1/78

識別記号

庁内整理番号

F I

C 0 2 F 1/46

技術表示箇所

1 0 3